

## Влияние предпосевной обработки семян некоторых сортов *Callistephus chinensis* (L.) Nees на начальные этапы развития растений

© Е.В. Павельева<sup>1</sup>, Н.А. Павлюк<sup>2</sup>, В.А. Калинкина<sup>1,2\*</sup>, Е.Г. Лебедева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup> Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>3</sup> Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>1</sup> e-mail: paveleva.ev@dvfu.ru

<sup>2</sup> e-mail: pavlnat67@rambler.ru

<sup>3</sup> e-mail: microbiol@mail.ru

\* e-mail: conf-1f@yandex.ru

В работе показано влияние предпосевной обработки асептическими веществами и бактериальными препаратами на энергию прорастания и всхожесть двух сортов *Callistephus chinensis*: 'Принцесса' и 'Махровая нежно-розовая'. Установлено, что для обоих сортов более дружное прорастание семян наблюдается без предварительной обработки, на воде. Зафиксировано влияние бактериальных препаратов *Bacillus* sp. шт. 31, *Georgenia* sp. шт. 159, *Stenotrophomonas rhizophila* шт. 24, *Streptomyces* шт. 45 различной концентрации на рост и развитие вегетативных органов проростков. Установлена устойчивость микромицета рода *Trichoderma* к перманганату калия, Алирину-Б и бактериальным препаратам.

**Ключевые слова:** астра, *Callistephus chinensis*, Приморский край, муссонный климат, семена, предпосевная обработка, бактериальные препараты, штамм.

*Callistephus chinensis* (L.) Nees, известный также как астра китайская (Barkalov et al., 1992), представляет собой однолетнее растение, относящееся к семейству астровые (Asteraceae). Вид широко известен своими красивыми цветками различных оттенков, что делает его популярным выбором для оформления садов и цветочных композиций (Petrenko, 1973, 2001, 2005). Основной способ размножения вида – семенной, именно поэтому особое внимание в агротехнике уделяется предпосевной обработке семян. От ее качества зависят всхожесть семян, их устойчивость к вредителям и болезням, а также рост проростков. Обработка семян широко используется аграриями для стимулирования роста и развития растений, защиты их от различных заболеваний и повышения устойчивости к биогенным и абиогенным стрессам. Часто применяются химические стимуляторы роста растений и фунгициды. Гуминовые препараты, полученные из органического сырья, также нашли широкое применение, а биопрепараты, содержащие живые бактерии, продукты их жизнедеятельности или споры, используются реже (Bezuglova, 2016; Pavluk, Logachev, 2016; Kravets, 2023).

В зависимости от систематического положе-

ния, микобиота оказывает разное влияние на семена и дальнейшее развитие растений. Так, некоторые виды фузариума образуют в процессе роста фитогормоны – гиббереллины, стимулирующие рост растений. Слабопатогенные виды, находящиеся на поверхности семян, оказывают нейтральное влияние, не изменяя посевных качеств семян (Gagkaeva, Gavrilova, 2009; Gavrilova, 2022). Однако также известны виды, вызывающие гниль, щуплость, невсхожесть семян, гибель проростков и всходов. Так, например, высоко агрессивные виды *Fusarium graminearum* Schwabe и *F. culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. вызывают щуплость и ухудшение посевных качеств семян зернобобовых культур (снижение всхожести, усиление развития болезней проростков) (Gagkaeva, Gavrilova, 2009). Часто на семенах отмечают виды, вызывающие у взрослых растений пятнистости листьев, увядание, усыхание побегов или гниль в период вегетации (Ivashchenko, 2015).

Анализ литературы (Krasilnikov, 1970; Zenova, 1992; Whipps, 2001; Kuramshina, 2014; Alexander et al., 2019; Burtseva et al., 2019; Polyak, Sukharevich, 2021) показал, что в качестве предпосевной обработки семян используют некоторые виды грибов и штаммы

бактерий. При этом большинство актинобактерий являются почвенными микроорганизмами.

В связи с высокой декоративностью сортов *C. chinensis*, активным их использованием в практике озеленения, а также высоким патогенным фоном Приморского края была поставлена цель проанализировать влияние предпосевной обработки и бактериальных препаратов на начальные этапы развития двух сортов этого вида: 'Принцесса' и 'Махровая нежно-розовая'.

## Материалы и методы

Материалом для анализа послужили семена *C. chinensis* сортов 'Принцесса' и 'Махровая нежно-розовая'. Семена обратно-клиновидно-яйцевидные, сплюснутые, сверху расширенные, снизу суженные (Рис. 1). Апикальная часть семени оканчивается овальной или округлой площадкой с более или менее выраженным бугорком посередине; базальная – светлым валиковидным выростом – плодовым рубчиком с впадиной в центре. Поверхность семени слабо продольно-ребристая, ребра сглаженные, иногда они незаметны. Оболочка семени сплошь покрыта длинными, прижатыми к ней и направленными вверх щетинистыми волосками, иногда волоски отсутствуют. Окраска семян серовато-серебристо-желтая. Иногда на оболочке имеется рисунок из продолговатых фиолетовых штрихов (Petrenko, 1973).

Для оценки влияния типа предпосевной обработки использовали четыре микробных штамма, выделенных из горных пород Приморского края. Идентификацию культур бактерий проводили с помощью молекулярно-генетического анализа гена 16S РНК. Для этого концентрировали биомассу, полученную из отдельных колоний. Геномную ДНК выделяли с помощью метода на основе гексадецилтриметиламмония бромидом. ПЦР-амплификацию 16S рДНК проводили с использованием праймеров p27f (5'AGA AGA TGA TCC TGG CAC A) и p1524r (5'AAG CAA CTA ACC ACA CCC CA). Поиск гомологичных последовательностей проводился на серверах NCBI (BLAST: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>). Сборка геномных последовательностей, множественные выравнивания проводились с использованием



**Рисунок 1.** Семена *Callistephus chinensis*: А – 'Принцесса'; Б – 'Махровая нежно-розовая'

**Figure 1.** Seeds of *Callistephus chinensis*: А – 'Princess'; Б – 'Machrovay nezno-rozovay'

программы MEGA версии 7. Секвенирование проводилось на базе ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН.

Бактериальные культуры выделяли и выращивали на модифицированной среде УК (Lebedeva, Kharitonova, 2020), затем готовили бактериальные суспензии, которыми смачивали семена и фильтровальную бумагу. В качестве рабочих растворов использовали 5 вариантов бактериальных препаратов в 2 концентрациях 1:500 и 1:200.

Семена каждого сорта *C. chinensis*, взятые из одной партии, равномерно раскладывали на смоченную препаратом фильтровальную бумагу в чашки Петри по 50 штук семян в каждую. Опыт проводили в трех повторностях. Всего для анализа было использовано по 1950 шт. семян каждого сорта.

Для изучения наличия внутренней инфекции, семена предварительно обрабатывали препаратами и помещали отдельно в чашки Петри с водой (Табл. 1).

Наблюдение за влиянием препаратов проводили при комнатных условиях.

Определение энергии прорастания и всхожести семян проводили согласно ГОСТ 10968-88, энергию прорастания определяли на 3-ий, всхожесть на 10-ый день. Семя с надрывом семенной кожуры в области микропиле и вышедшей наружу

**Таблица 1.** Варианты стерилизации семян

**Table 1.** Seed sterilization options

Реагент Reagent	Концентрация раствора Concentration of the solution	Время стерилизации Sterilization time	Промывка Washing
Алирин-Б (фунгицид на основе природной бактерии <i>Bacillus subtilis</i> В-10 ВИЗР)	Одна таблетка препарата на 200 мл воды	2 часа	Не требуется
Перманганат калия	10-% раствор	10 минут	Множественно стерильной водой

частью зародыша считали проросшим. Процент семян, проросших за десять дней со дня закладки опыта, рассматривали как энергию прорастания. Подсчет среднего (за три повторности) проводили в программе Excel Microsoft Office 2013.

Анализ внешнего строения микромицетов проводили на световом микроскопе при увеличении  $\times 200$ . Определение микромицетов выполняли по определителю Н.М. Пидопличко (Pidoplichko, 1977).

## Результаты и обсуждение

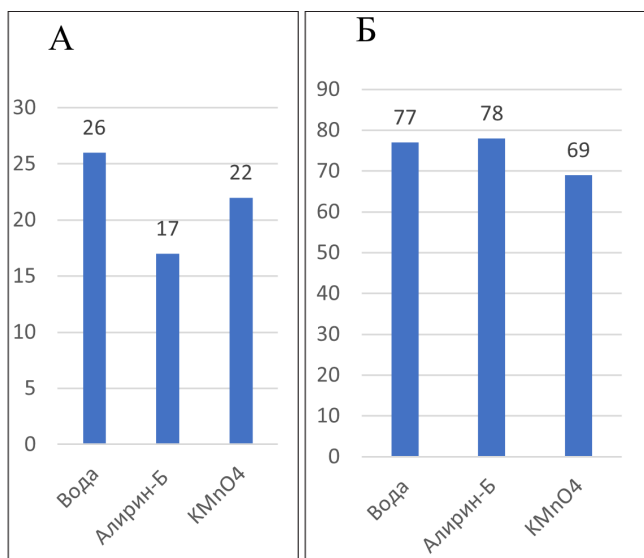
Для представителей семейства астровые тип обработки имеет существенное влияние на прорастание и развитие растений (Pavluk, 2004, 2019).

Энергия прорастания семян – это показатель, характеризующий скорость и синхронность процесса прорастания семян в оптимальных условиях. В результате исследования (Табл. 2) установлено, что энергия прорастания семян сорта 'Махровая нежно-розовая' в среднем была выше на 54,7%, чем энергия прорастания семян сорта 'Принцесса'. Значение этого показателя, для сорта 'Принцесса' в среднем 22,3%, что свидетельствует о не дружности всходов семян и связано с длительным сроком хранения семян. Сорт 'Махровая нежно-розовая' показал более хорошие результаты. Энергия прорастания в среднем составила 77%. Семена данного сорта взошли дружно.

**Таблица 2.** Энергия прорастания и всхожесть семян *Callistephus chinensis* при обработке разными препаратами  
**Table 2.** Germination energy and germination of *Callistephus chinensis* seeds when treated with various preparations

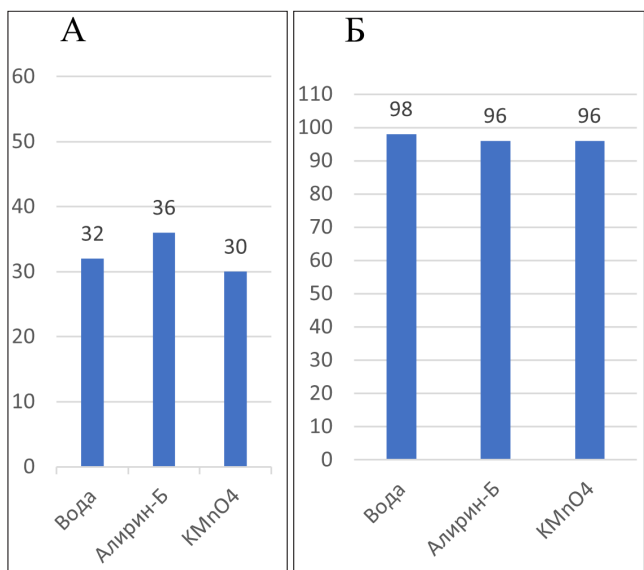
Обработка Processing	Сорт Variety	Пропорция Proportion	Число проростков (3 день), шт. The number of seedlings (3rd day), pcs.	Стандартное отклонение Standard deviation	Энергия про- растания, % Germination energy, %	Число проростков (10 день), шт. The number of seed- lings (10 days), pcs.	Всхожесть семян, % Seed germination, %
Вода Water	П	-	13	2,9	26	16	32
	М	-	39	3,1	77	49	98
<i>Streptomyces</i> штамм 45 <i>Streptomyces</i> strain 45	П	1:200	9	1,3	18	18	36
		1:500	10	5,1	20	21	42
	М	1:200	32	6,4	64	48	96
		1:500	42	2,0	84	48	96
<i>Bacillus</i> sp. штамм 31 <i>Bacillus</i> sp. strain 45	П	1:200	10	2,7	20	14	28
		1:500	12	3,8	23	12	24
	М	1:200	39	1,3	78	48	96
		1:500	37	2,4	73	49	98
<i>Stenotrophomonas</i> <i>rhisophila</i> штамм 24 <i>Stenotrophomonas</i> <i>rhisophila</i> strain 24	П	1:200	14	1,6	27	26	52
		1:500	10	2,7	20	17	34
	М	1:200	41	5,3	82	47	94
		1:500	40	4,2	79	48	96
<i>Georgenia</i> sp. штамм 159 <i>Georgenia</i> sp. strain 159	П	1:200	14	5,8	28	14	28
		1:500	14	4,2	27	23	46
	М	1:200	42	2,9	84	48	96
		1:500	39	0,9	77	47	94
<i>Bacillus</i>	П	1:200	10	1,3	20	20	40
		1:500	11	4,0	22	18	36
	М	1:200	37	3,1	74	48	96
		1:500	41	4	82	48	96
<b>Предпосевная обработка</b> <b>Pre-sowing seed treatment</b>							
Алирин-Б Alirin-B	П	-	9	1,6	17	18	36
	М	-	39	1,1	78	48	96
KMnO4	П	-	11	5,3	22	15	30
	М	-	35	2,9	69	48	96
Среднее значение Average value	П	-	-	-	22,3	-	35,7
	М	-	-	-	77	-	96

Примечание: П – 'Принцесса'; М – 'Махровая нежно-розовая'. В тексте номер штамма опущен.  
Note: П – 'Princess'; М – 'Makhrovaya nezhno-rozovaya'. The strain number is not given in the text.



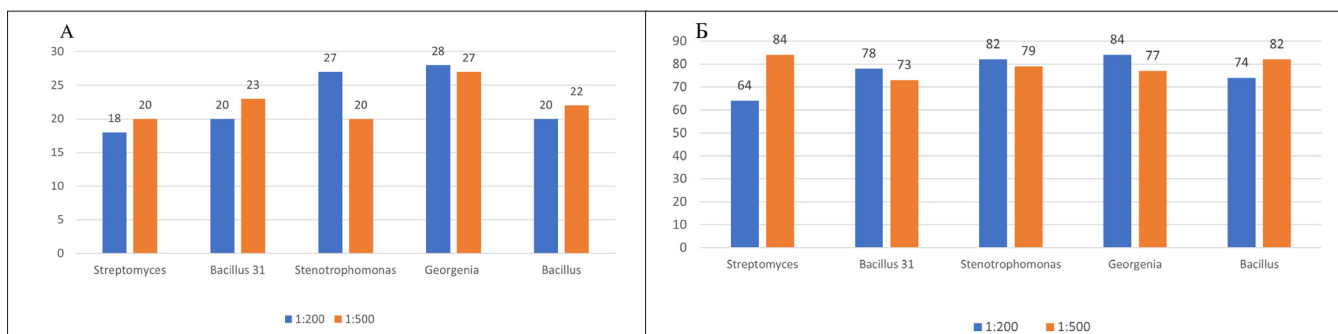
**Рисунок 2.** Энергия прорастания семян *Callistephus chinensis* после предпосевной обработки: А – 'Принцесса', Б – 'Махровая нежно-розовая'

**Figure 2.** The germination energy seeds of *Callistephus chinensis* after pre-sowing treatment: А – 'Princess': Б – 'Makhrovaya nezhno-rozovaya'



**Рисунок 3.** Всхожесть семян *Callistephus chinensis*: А – 'Принцесса' Б – 'Махровая нежно-розовая'

**Figure 3.** The seeds germination of *Callistephus chinensis*: А – 'Princess': Б – 'Makhrovaya nezhno-rozovaya'

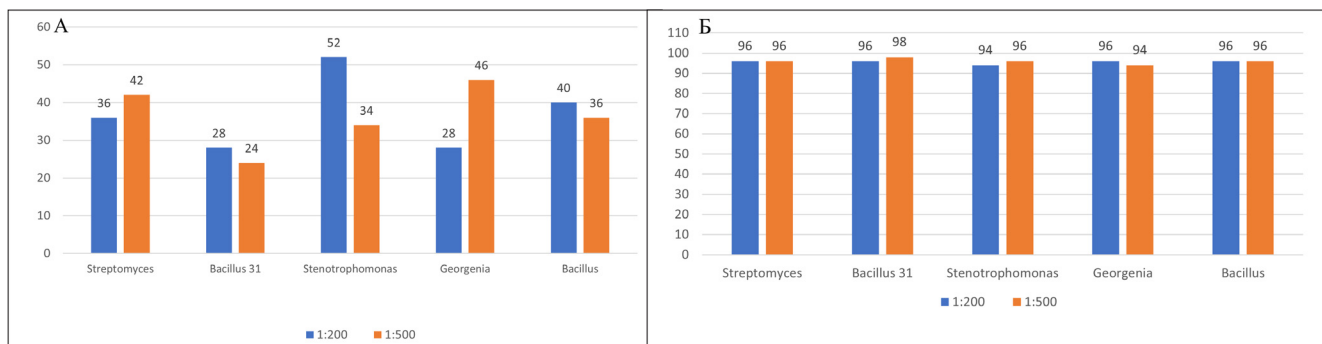


**Рисунок 4.** Энергия прорастания семян сортов *Callistephus chinensis* при обработке бактериальными препаратами: А – 'Принцесса', Б – 'Махровая нежно-розовая'

**Figure 4.** The germination energy of variety of *Callistephus chinensis*: А – 'Princess': Б – 'Makhrovaya nezhno-rozovaya'

Оценка влияния стерилизации на энергию прорастания и всхожесть семян двух сортов (Табл. 2) показала разное влияние стерилизующих агентов. Положительного влияния предпосевной обработки на энергию прорастания семян сорта 'Принцесса' выявлено не было. Для этого сорта более дружное прорастание без предварительной обработки отмечено на воде, среди двух агентов, которые использовали для обработки семян, более заметное влияние оказывал раствор перманганата калия, в то время как при обработке Алирином-Б энергия прорастания уменьшилась на 9% в сравнении с контрольной пробой (Рис. 2). Для сорта 'Махровая нежно-розовая', напротив, обработка препаратом Алирин-Б оказывает большее влияние, чем раствором перманганата калия. Без предварительной обработки энергия прорастания семян этого сорта так же высока (Рис. 3).

Анализ результатов обработки бактериальными препаратами семян двух сортов также демонстрирует разное влияние препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян анализируемых сортов (Табл. 2, Рис. 4). Лучшие показатели у сорта 'Принцесса' наблюдались при обработке *Stenotrophomonas* и *Georgenia*. Семена, обработанные *Bacillus-31*, взошли менее дружно, чем все остальные. Положительное влияние обработки *Stenotrophomonas* и *Georgenia* также наблюдалось и у сорта 'Махровая нежно-розовая', при которой семена взошли наиболее дружно. Семена данного сорта, обработанные *Bacillus-31*, взошли не менее хорошо, чем при отсутствии бактериальной обработки. Препарат *Streptomycetes* оказал заметное отрицательное влияние на дружность всходов. Обработка семян сорта 'Принцесса' в концентрации 1:200 препаратом *Streptomycetes* уменьшила показатель энергии прорастания на 8%, так же отрицательное влияние показал препарат *Georgenia* (Рис. 4А). При обработке семян сорта 'Махровая нежно-розовая' препаратом *Streptomycetes* в концентрации 1:200 также наблюдалось снижение энергии прорастания на 13%, однако при обработке этим же препаратом концентрации 1:500 энергия



**Рисунок 5.** Всхожесть семян сортов *Callistephus chinensis*: А – ‘Принцесса’; Б – ‘Махровая нежно-розовая’  
**Figure 5.** Germination seeds of variety of *Callistephus chinensis*: А – ‘Princess’, Б – ‘Makhrovaya nezhno-rozovaya’

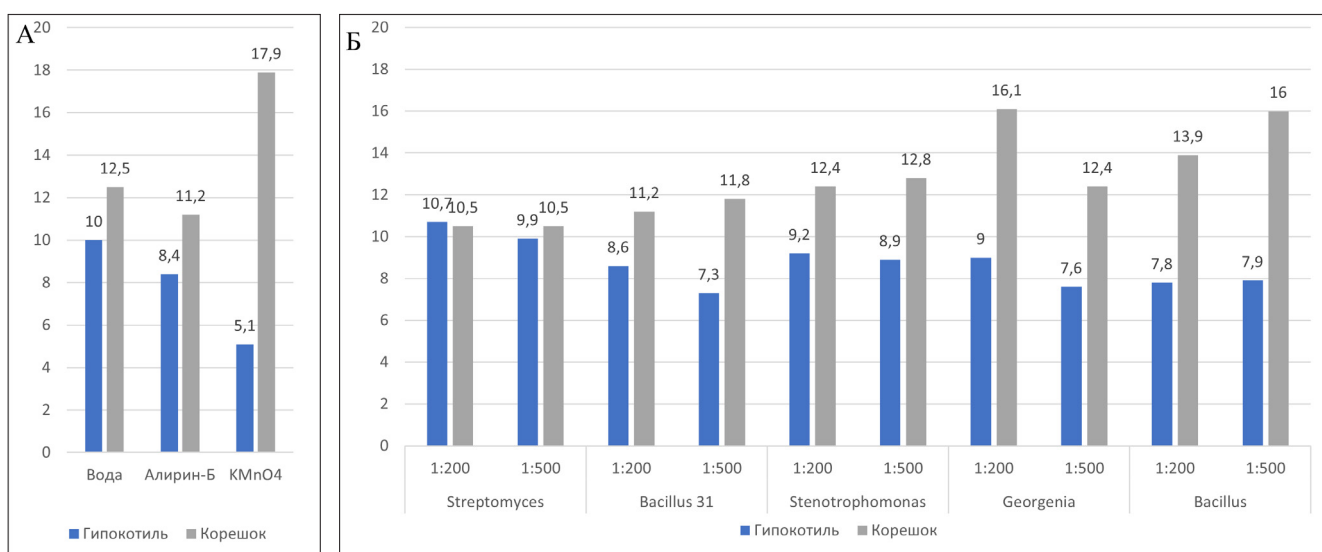
прорастания, наоборот, увеличивается на 7% по сравнению с контрольной (Рис. 4Б). Точно такое же увеличение на 7% наблюдалось в случае обработки бактериями рода *Georgania*.

Среднее значение всхожести семян сорта ‘Принцесса’ составило 35,7% (Рис. 5). При обработке бактериями рода *Stenotrophomonas* в пропорции 1:200 наблюдается увеличение всхожести на 20% по сравнению с контролем, что свидетельствует о положительном влиянии микроорганизма на прорастание и рост растения в дальнейшем. Также заметно повлиял препарат *Georgania* в концентрации 1:500. Он увеличил показатель всхожести на 14% по сравнению с контролем. Обработка семян препаратом *Bacillus*-31 в концентрации 1:500 показала отрицательный результат, уменьшив всхожесть на 8% в сравнении с контрольной пробой.

Всхожесть сорта ‘Махровая нежно-розовая’ с использованием бактериальных препаратов в среднем составила 96%. Отклонения от контроля не пре-

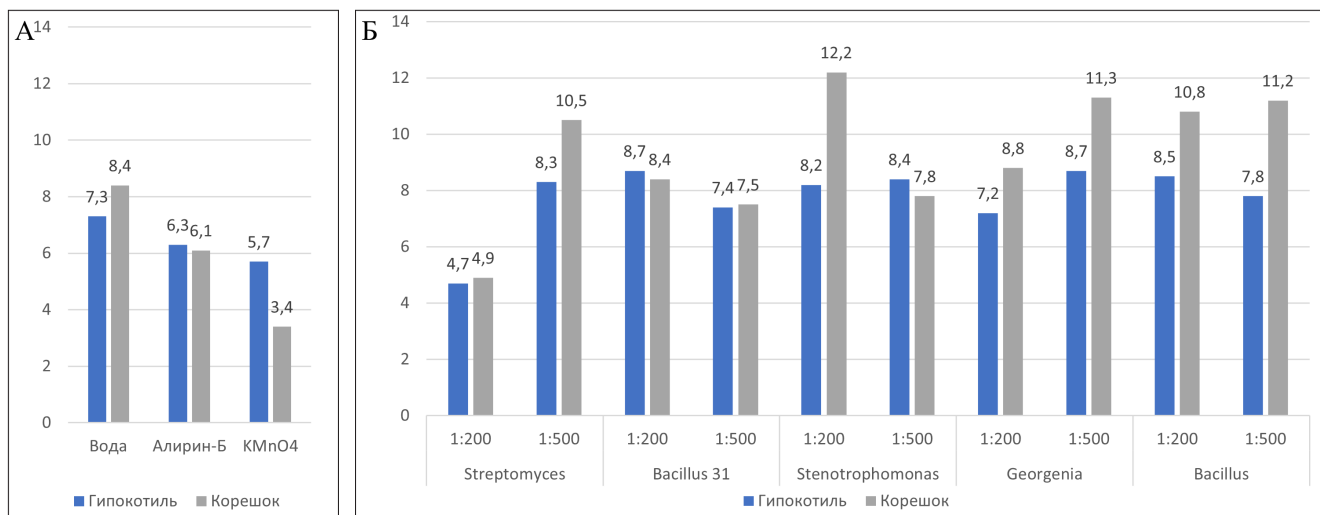
вышали 4% (Рис. 5). Таким образом, влияния стерилизации и бактериальных препаратов на всхожесть семян данного сорта не обнаружено.

Анализ результатов развития сеянцев показал, что на рост семядольных листьев никакой из исследуемых препаратов видимого влияния не имеет. В случае обработки семян сорта ‘Принцесса’ (Рис. 6А) перманганаткалия положительно повлиял на рост главного корня, увеличив его длину в среднем на 5,4 мм, что больше в 1,4 раза по сравнению с контролем. Однако рост гипокотили замедлялся в 2 раза, что свидетельствует об обратной пропорциональной зависимости скорости роста корешка и гипокотили. Из бактериальных препаратов наибольшее положительное влияние на рост главного корня у проростков сорта ‘Принцесса’ имел препарат с *Georgania* в концентрации 1:200 и *Bacillus* в концентрации 1:500. Средняя длина его при обработке этими препаратами, по сравнению с контролем, увеличилась в 1,2 раза, что в случае *Georgania* составило 3,5 мм. При этом длина



**Рисунок 6.** Морфометрические показатели проростков сорта ‘Принцесса’ после предпосевной обработки: А – стерилизация; Б – обработка бактериальными препаратами

**Figure 6.** Morphometric parameters of seedling, variety of ‘Princess’ after pre-sowing treatment: А – sterilization; Б – treatment with bacterial preparations



**Рисунок 7.** Морфометрические показатели проростков сорта 'Махровая нежно-розовая' после предпосевной обработки: А – стерилизация; Б – обработка бактериальными препаратами

**Figure 7.** Morphometric parameters of seedling, variety of 'Makhrovaya nezhno-rozovaya' after pre-sowing treatment: А – sterilization; Б – treatment with bacterial preparations

гипокотили уменьшилась при обработке препаратом *Bacillus* на 2,1 мм, по сравнению с контрольными чашками. Следовательно, скорость роста корешка обратно пропорциональна скорости роста гипокотили.

Анализ показал зависимость влияния не только типа бактериального препарата, но и его концентрации. Так препарат *Bacillus* при любой концентрации отрицательно влиял на развитие гипокотили у проростков сорта 'Принцесса', замедляя его рост. При меньшей концентрации препарата развитие главного корня резко замедлялось, разница длин гипокотили и главного корня составила 1,3 мм. Обработка препаратом *Georgania* так же повлияла на развитие подземных органов, при увеличении концентрации препарата длина главного корня заметно больше, разница между вариантами 1:200 и 1:500 составляет 3,7 мм. Влияние *Bacillus* на рост главного корня обратное, при уменьшении концентрации препарата до 1:500 она увеличивается на 2,1 мм. У остальных препаратов значительной разницы в результатах не наблюдалось (Рис. 6Б).

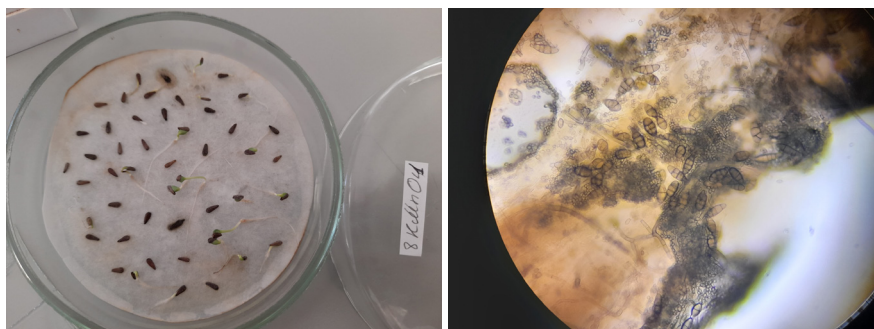
Анализ полученных данных по сорту 'Махровая нежно-розовая' показал, что предпосевная обработка семян (Рис. 7А) перманганатом калия угнетает рост и гипокотили, и корешка. Средние показатели их длин

уменьшились по сравнению с контрольной пробой на 1,6 мм и 5 мм соответственно. Алирин-Б также замедлил рост обеих частей проростка, однако не так сильно. Разница с контрольной пробой – 1 мм для гипокотили и 2,3 мм для корешка. Наиболее эффективным препаратом для улучшения роста корешка семян сорта 'Махровая нежно-розовая' оказался *Stenotrophomonas* концентрацией 1:200, увеличивший его почти в 1,5 раза по сравнению с контрольной пробой (Рис. 7Б). Бактериальные препараты *Streptomyces* и *Georgania* в пропорциях 1:500, а также *Bacillus* в обоих пропорциях положительно повлияли на длину корешка, увеличив её в 1,3 раза в сравнении с контрольной пробой. Препарат *Streptomyces* в концентрации 1:200 показал отрицательное влияние на рост как гипокотили, так и корешка, разница с контрольной пробой составила 2,6 мм для гипокотили и 3,5 мм для корешка. На рост гипокотили и корешка в остальных вариантах опыта значимого влияния не было замечено. Важно отметить, что ни в одной пробе данного сорта не было обнаружено патогенных микромицетов.

На семенах сорта 'Принцесса', обработанных перманганатом калия были обнаружены два семени

**Рисунок 8.** *Alternaria alternata* на семенах *Callistephus chinensis*: А – пораженные проростки; Б – внешний вид микромицета (x10)

**Figure 8.** *Alternaria alternata* on *Callistephus chinensis* seeds: А – affected seedlings; Б – appearance of the micromycete (x10)



пораженных *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (Рис. 8), что ранее не отмечалось (Pavluk, 2004, 2019). Близкие виды (*Alternaria petalicolor* (Sorokin) E.G. Simmons и *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire) встречаются на листьях и стеблях представителей рода, вызывая их увядание (Pavluk, 2004, 2019). Фиксация данного микрмицета свидетельствует о том, что обработка перманганатом калия не является эффективной против данного патогена.

Стоит также отметить, что изначально на всех семенах сорта 'Махровая нежно-розовая' был зафиксирован гриб-антагонист *Trichoderma* sp. (Рис. 9), находящийся на поверхности каждого семени (100%-ая заселённость). Данный гриб способен подавлять развитие патогенов (Polykova, Revkova, 2017). В год сбора семян 'Махровая нежно-розовая' в почву вносился препарат Глиокладин (на основе *Trichoderma* sp.). С момента сбора и в период хранения до начала эксперимента семена ничем не обрабатывались. Микрмицет рода *Trichoderma* Pers. – это естественная микобиота. Результаты оценки влияния препаратов и стерилизации на прорастание показали, что гриб *Trichoderma* sp. сохраняет жизнеспособность, несмотря на обработку другими препаратами.

Таким образом, установлено, что влияние предпосевной обработки перманганатом калия, Алирином-Б и бактериальными препаратами на энергию прорастания и всхожесть семян *S. chinensis* варьирует в зависимости от сорта растения. Для сорта 'Принцесса' характерно более дружное прорастание без предварительной обработки на воде, обработка раствором перманганата калия увеличивает прорастание на 5%. Обработка семян препаратом Алирином-Б обеспечивает максимальную энергию прорастания и всхожесть сорту 'Махровая нежно-розовая' и максимальную всхожесть сорту 'Принцесса'. Обработка семян бактериальным препаратом *Stenotrophomonas* в концентрации 1:200 увеличивает энергию прорастания и всхожесть семян обоих сортов. Для сорта 'Принцесса' отмечено положительное влияние препарата *Georgenia* в концентрации 1:500. Предпосевная обработка семян сорта 'Принцесса' перманганатом калия значительно увеличивает скорость развития корешка, но замедляет рост гипокотыля, а на сорт 'Махровая нежно-розовая' влияет отрицательно, замедляя ростовые процессы обоих вегетативных органов. Препараты *Bacillus* в обеих концентрациях способствуют увеличению длины корешка обоих сортов, но уменьшают длину гипокотыля. Наиболее эффективным для роста корешка сорта 'Махровая нежно-розовая' оказался *Stenotrophomonas* в концентрации 1:200, для сорта 'Принцесса' *Georgenia*

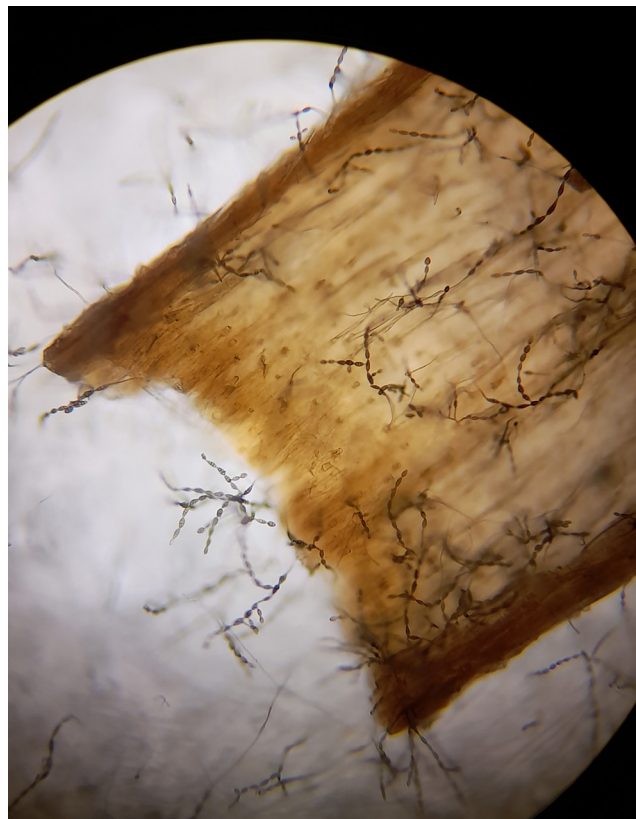


Рисунок 9. *Trichoderma* sp. на поверхности оболочки семени

Figure 9. *Trichoderma* sp. on the surface of the seed coat

в концентрации 1:200. Наиболее интенсивное развитие гипокотыля у проростков сорта 'Махровая нежно-розовая' отмечено при обработке препаратом *Bacillus* 31 в концентрации 1:200 и *Georgenia* в концентрации 1:500. Для сорта 'Принцесса' положительное влияние оказал препарат *Streptomyces* в концентрации 1:200. Так же установлена устойчивость микрмицета рода *Trichoderma* к стерилизующим агентам и бактериальным препаратам и его способность сохраняться на семенах.

## Благодарности

Работа выполнена в рамках темы «Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии», регистрационный номер 122040800086-1.

## Список литературы

- Alexander A., Singh V.K., Mishra A., Jha B. 2019. Plant growth promoting rhizobacterium *Stenotrophomonas maltophilia* BJ01 augments endurance against N<sub>2</sub> starvation by modulating physiology and biochemical activities of *Arachis hypogea*. PLoS ONE. 14(9): e0222405. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222405>

- [Barkalov] Баркалов В.Ю., Коробков А.А., Цвелев Н.Н. 1992. Род *Callistephus* Cass. В кн.: Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 6. Санкт-Петербург. С. 54.
- [Bezuglova] Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горюнов А.В. 2016. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор). Известия ОГАУ. №4 (60). С. 11–14.
- BLAST: Basic Local Alignment Search Tool. 2024. Available at: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/> (Дата обращения 17.10.2024)
- [Burtseva] Бурцева С.А., Бырса М.Н., Маслроброд С.Н. 2019. Антагонизм по отношению к фитопатогенным бактериям и грибам и фиторегулирующая активность стрептомицетов черноземов Молдовы. Аграрная наука. Т. 1. С. 131–136.
- [Gagkaeva, Gavrilova] Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П. 2009. Фузариоз зерновых культур. Защита и карантин растений. С. 13–15.
- [Gavrilova] Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Орина Ф.С., Гогина Н.Н. 2022. Разнообразие грибов рода *Fusarium* и их микотоксинов в зерне из Азиатской части России. Микология и фитопатология. Т. 56. Вып. 3. С. 194–206. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0026364822030035>
- [Ivashchenko] Иващенко В.Г. 2015. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости. Приложение к журналу "Вестник защиты растений". Вып. 16. С. 286.
- [Krasilnikov] Красильников Н.А. 1970. Лучистые грибки. М. С. 526–536.
- [Kravets] Кравец А.В. 2023. Совместная предпосевная обработка семян пшеницы гуминовым и бактериальным препаратами. International Journal of Humanities and Natural Sciences. Т. 5–4 (80). С. 182–184. DOI: <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-5-4-182-184>
- [Kuramshina] Курамшина З.М., Хайруллин Р.М., Лукьянцев М.А. 2014. Влияние антагонистичного штамма *Bacillus subtilis* 26Д на численность микроорганизмов почвы, прилегающей к семенам пшеницы. Почвоведение. № 9. С. 1102–1104.
- [Lebedeva] Лебедева Е.Г., Харитонова Н.А. 2020. Эколого-биохимические свойства термофильных бактерий, выделенных из Дачных горячих источников Камчатки (Дальний Восток, Россия). Самарский научный вестник. Т. 9. № 3. С. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.17816/snv202093114>
- [Pavluk] Павлюк Н.А. 2004. Фитопатологический анализ сортов астры китайской *Callistephus chinensis* (L.) Nees. Матер. Международной научной конференции «Генетические ресурсы растениеводства Дальнего Востока». Владивосток. С. 489–493.
- [Pavluk, Logachev] Павлюк Н.А., Логачев В.В. 2016. Эффективность препарата Комплекс-3 против фузариозного вилта астры. Защита и карантин растений. № 5. С. 47–49.
- [Pavluk] Павлюк Н.А. 2019. Результаты селекции устойчивых к фузариозу сортов астры однолетней в Ботаническом саду-институте ДВО РАН. В сб.: Состояние и перспективы селекции и семеноводства основных сельскохозяйственных культур. Уссурийск. С. 139–146.
- [Petrenko] Петренко Н.А. 1973. Однолетние астры. Л. 136 с.
- [Petrenko] Петренко Н.А. 2001. Астры. М. 32 с.
- [Petrenko] Петренко Н.А. 2005. Однолетние астры. Атлас растений. СПб. 96 с.
- [Pidoplichko] Пидопличко Н.М. 1977. Грибы-паразиты культурных растений. Киев. Т. 2. 300 с.
- [Polyak, Sukharevich] Поляк Ю.М., Сухаревич В.И. 2021. Выявление и регуляция антагонистических свойств почвенного актиномицета *Streptomyces* sp. 89. Известия Российской академии наук. Серия биологическая. № 5. С. 547–555.
- [Polykova, Revkova] Полякова М.А., Ревкова Е.В. 2017. Исследование зависимости антагонистических свойств грибов рода *Trichoderma* spp. от количественного содержания источника углерода в питательной среде. Вестник ОрелГАУ. № 2(65). <https://rucont.ru/efd/598111>
- Whipps J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of experimental Botany. Vol. 52. N. 1. P. 487–511.
- [Zenova] Зенова Г. М. 1992. Почвенные актиномицеты. М. 78 с.

## The effect of pre-sowing treatment of seeds of some varieties of *Callistephus chinensis* (L.) Nees on the initial stages of plant development

© E.V. Paveleva<sup>1</sup>, N.A. Pavlyuk<sup>2</sup>, V.A. Kalinkina<sup>1,2\*</sup>, E.G. Lebedeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Far Eastern Federal University, Vladivostok

<sup>2</sup> Botanical Garden-Institute of the FEB RAS, Vladivostok

<sup>3</sup> Far East Geological Institute of the FEB RAS, Vladivostok

<sup>1</sup> e-mail: paveleva.ev@dvfu.ru

<sup>2</sup> e-mail: pavlnat67@rambler.ru

<sup>3</sup> e-mail: microbiol@mail.ru

\*e-mail: conf-lf@yandex.ru

The work shows the effect of pre-sowing treatment with aseptic substances and bacterial preparations on the germination energy and germination of two varieties of *Callistephus chinensis*: 'Princess' and 'Makhrovaya nezno-rozovaya'. It was adopted that for both varieties, more friendly seed germination is observed without preliminary treatment with water. The influence of bactericidal preparations *Bacillus* sp. strain 31, *Georgenia* sp. strain 159, *Stenotrophomonas rhizophila* strain 24, *Streptomyces* strain 45 of various concentrations on the growth and development of vegetative organs of seedlings was recorded. The resistance of micromycetes of the genus *Trichoderma* to potassium permanganate, Alerin-B and bacterial preparations was established.

**Keywords:** aster, *Callistephus chinensis*, Primorsky Krai, monsoon climate, seeds, pre-sowing treatment, bactericidal preparations, strain.

## References

- Alexander A., Singh V.K., Mishra A., Jha B. 2019. Plant growth promoting rhizobacterium *Stenotrophomonas maltophilia* BJ01 augments endurance against N<sub>2</sub> starvation by modulating physiology and biochemical activities of *Arachis hypogea*. PLoS ONE. 14(9): e0222405. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222405>
- Barkalov V.Yu., Korobkov A.A., Tselev N.N. 1992. *Callistephus* Cass. In: *Sosudistyye rasteniya sovetского Dalnego Vostoka* [Vascular plants of the Soviet Far East]. Vol. 6. Saint-Petersburg. P. 54. (In Russ.)
- Bezuglova O.S., Polienko E.A., Gorovtsov A.V. 2016. Guminovye preparaty kak stimulyatory rosta rastenii i mikroorganizmov [Humic preparations as growth stimulators of plants and microorganisms (review)]. *Izvestiya OGAU*. 4(60): 11–14. (In Russ.)
- BLAST: Basic Local Alignment Search Tool. 2024. Available at: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/> (accessed 17.10.2024)
- Burtseva S.A., Byrsa M.N., Maslobrod S.N. 2019. Antagonizm po otnosheniyu k fitopatogennym bakteriyam i gribam i fitoregulyuyushchaya aktivnost streptomitsetov chernozemov Moldovy [Antagonism towards phytopathogenic bacteria and fungi and phyto regulatory activity of streptomycetes from the chernozems of Moldova]. *Agrarnaya nauka*. 1: 131–136. (In Russ.)
- Gagkaeva T.Yu., Gavrilo O.P. 2009. Fusarium wilt disease of grain crops. *Zashchita i karantin rastenii*. P. 13–15. (In Russ.)
- Gavrilo O.P., Gagkaeva T.Yu., Orina F.S., Gogina N.N. 2022. Diversity of *Fusarium* species and their mycotoxins in cereals grain from the Asian territory of Russia. *Mycology and Phytopathology*. 56(3): 194–206. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0026364822030035>
- Ivashchenko V.G. 2015. Bolezni kukuruzy: etiologiya, monitoring i problemy sortoustoichivosti [Diseases of maize: etiology, monitoring and problems of grade resistance]. *Plant Protection News*. Suppl. 16: 286. (In Russ.)
- Krasilnikov N.A. 1970. *Luchistye gibki* [Radiant fungi]. Moscow. 526–536 pp. (In Russ.)
- Kravets A.V. 2023. Joint pre-sowing treatment of wheat seeds with humic and bacterial preparation. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 5-4(80): 182–184. DOI: <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-5-4-182-184>
- Kuramshina Z.M., Khairullin P.M., Lukyantsev M.A. 2014. Vliyaniye antagonisticheskogo shtamma *Bacillus subtilis* 26D na chislennost mikroorganizmov pochvy, prilagayushchei k semenam pshenitsy [The influence of the an-

- tagonistic strain *Bacillus subtilis* 26D on the number of microorganisms in the soil adjacent to wheat seeds]. *Pochvovedenie*. 9: 1102-1104. (In Russ.)
- Lebedeva E.G., Kharitonova N.A. 2020. Ekologo-biohimicheskiye svoystva termofil'nykh bakterii, vydelennykh iz Dachnykh goryachikh istochnikov Kamchatki (Dal'nii Vostok, Rossiya) [Ecological and biochemical properties of thermophilic bacteria taken from the Dachnie hot springs of Kamchatka (Far East, Russia)]. *Samara Journal of Science*. 9 (3): 79–85. DOI: <https://doi.org/10.17816/snv202093114>
- Pavluk N.A. 2004. Fitopatologicheskii analiz sortov astry kitaiskoi *Callistephus chinensis* (L.) Nees. [Phytopathological analysis of Chinese aster varieties *Callistephus chinensis* (L.) Nees.]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Geneticheskie resursy rastenevodstva Dalnego Vostoka»* [International scientific conference "Genetic resources of crop production of the Far East"]. Vladivostok. 489–493 pp. (In Russ.)
- Pavlyuk N.A., Logachev V.V. 2016. Effectiveness of complex-3 preparation against the *Fusarium wilt* of Aster. *Plant protection and quarantine*. № 5. 47–49 pp. (In Russ.)
- Pavluk N.A. 2019. Rezultaty selektsii ustoichivykh k fuzariozu sortov astry odnoletnei v Botanicheskom sade-intitute DVO RAN [Results of selection of fusarium-resistant varieties of annual aster in the Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences]. In: *Sostoyanie i perspektivi selektsii i semenovodstva osnovnykh selskokhozyaystvennykh kultur* [State and prospects of selection and seed production of main agricultural crops]. Ussuriysk. 139–146 pp. (In Russ.)
- Petrenko N.A. 1973. *Odnoletniye astry* [Annual asters]. Leningrad. 136 pp. (In Russ.)
- Petrenko N.A. 2001. *Astry* [Asters]. Moscow 32 pp. (In Russ.)
- Petrenko N.A. 2005. *Odnoletniye astry. Atlas rastenii* [Annual asters. Atlas of plants]. Sankt-Peterburg. 96 pp. (In Russ.)
- Pidoplichko N.M. 1977. *Griby-parazity kulturnykh rastenii* [Fungi parasites of cultivated plants]. Kyiv. Vol. 2. 300 pp. (In Russ.)
- Polyak YU.M., Sukharevich V.I. 2021. Vyyavleniye i regulyatsiya antagonisticheskikh svoystv pochvenno-go aktinomitseta *Streptomyces* sp. 89 [Identification and regulation of antagonistic properties of the soil actinomycete *Streptomyces* sp. 89]. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya biologicheskaya*. 5: 547–555. (In Russ.)
- Polyakova M.A., Revkova E.V. 2017. Issledovaniye zavisimosti antagonisticheskikh svoystv gribov roda *Trichoderma* spp. ot kolichestvennogo soderzhaniya istochnika ugleroda v pitatel'noy srede [Study of the dependence of antagonistic properties of fungi of the genus *Trichoderma* spp. on the quantitative content of the carbon source in the nutrient medium]. *Vestnik OrelGAU*. № 2(65). <https://rucont.ru/efd/598111>
- Whipps J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of experimental Botany*. 52 (1): 487–511.
- Zenova G.M. 1992. *Pochvennyye aktinomitsety* [Soil actinomycetes]. Moscow. 78 pp.